система свч-ввода на стадии физического пуска установки токамак т-15мд [[1]](#footnote-1)\*)

1Пименов И.С., 2Белоусов В.И., 1Борщеговский А.А., 1Неудачин С.В., 1Рой И.Н., 1Хайрутдинов Э.Н.

1НИЦ «Курчатовский Институт », РФ, 123182 Moсква, пл. Курчатова 1,  
 [pimenowigor@mail.ru](mailto:pimenowigor@mail.ru)  
2ИПФ РАН, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46.

Наряду с физическими задачами, связанными с СВЧ-нагревом плазмы на установке Т – 10, проводились эксперименты по стабилизации неоклассической тиринг моды и контроля пилообразных колебаний [1]. С этой целью была сконструирована сканирующая (в тороидальном и полоидальном направлениях) система ввода, позволяющая увеличивать плотность мощности СВЧ-излучения в сечение пучка в зоне ЭЦР до уровня 250 кВт/см2 при вводимой мощности 500 кВт. Фокусировка излучения достигалась с помощью двух профилированных зеркал, расположенных в вакуумной части патрубка токамака. Согласно расчётам, проведённым в ИПФ РАН (г. Нижний Новгород), достигалась полуширина фокального пятна до 0.8 см на уровне мощности e-1 при относительно малых дифракционных потерях в системе ввода, составлявших величину порядка 8 %. Эта система ввода также успешно использовалась в экспериментах по СВЧ-пробою на второй гармонике электронно-циклотронного резонанса в X-моде [2,3].

На стадии физического пуска установки токамак Т-15МД будет использоваться гиротрон с мощностью 1 МВт на частоте 82,6 ГГц для предыонизации газа. В одном из патрубков токамака планируется использование системы СВЧ-ввода, прототипом которой является система ввода на Т-10. По расчётам, сделанным для поля 1,3 Тл на геометрической оси тороидальной камеры токамака, пробой должен происходить в центральной области поперечного сечения тора. При этом расстояние от фокусирующего зеркала до зоны ЭЦР составит 1,1 метра. Плотность мощности СВЧ-излучения в сечение пучка в зоне резонанса оценивается в 300 кВт/см2 при полуширине пучка 1 см на уровне мощности e-1. Дифракционные потери не превышают 2 %. Система также предусматривает ввод излучения под различными углами в тороидальном и полоидальном направлениях.

Помимо предыонизации рабочего газа возможно также проведение экспериментов по ЭЦР-нагреву плазмы. Максимальная длительность работы гиротрона составляет 30 с, поэтому после пробоя газа можно будет включать гиротрон, как на стационарной стадии омического разряда, так и при изменении тороидального поля с целью смещения области вклада мощности. Расчёты, выполненные с использованием кода DINA [4] показали, что электротехнических комплекс Т-15МД позволяет, например, поднять Bt с 1,2 Тл до 1,5 Тл примерно за 300 мс.

Работа выполнена при поддержке корпорации РОСАТОМ.

Литература

1. D.A. Kislov 2007 Nucl. Fusion 47 S590
2. N.A. Kirneva et al., *34th EPS Conference on Plasma Phys. Warsaw, 2 - 6 July 2007 ECA Vol.****31F****, P-1.164 (2007)*
3. A.A. Borshchegovskiy et al., EPJ Web of Conferences **32,** 02004 (2012)
4. M.L. Dubrov et al., (2017) *Problems of Atomic Science and Technology, Series Thermonuclear Fusion, 40*(1), 56-67

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Mu/en/BI-Pimenov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)